

FLOWMETER

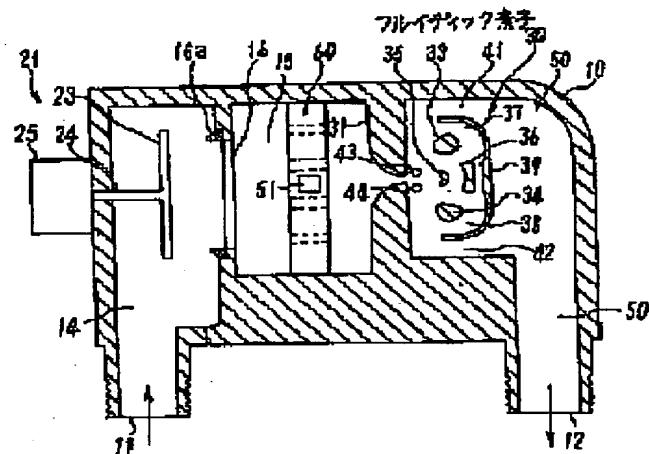
Patent number: JP11183212
Publication date: 1999-07-09
Inventor: NUKUI KAZUMITSU; KATO HIDEO
Applicant: TOKYO GAS CO LTD
Classification:
- **international:** G01F1/20; G01F1/68
- **European:**
Application number: JP19970354548 19971224
Priority number(s): JP19970354548 19971224

Report a data error here

Abstract of JP11183212

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a flowmeter having a wide measuring range and reduced size and a gas meter utilizing it.

SOLUTION: The flowmeter comprises flow passages 15, 50 provided between a fluid inlet 11 and outlet 12, fluidic element 30 which is disposed in the passage 50 and set to a first flow rate region in its measuring range, rectifier 60 disposed at the upstream of the fluidic element in the passage 15, and flow sensor 51 which is disposed in the rectifier and set to a second lower flow rate region than the first flow rate region in its measuring range. As the sensor utilizing the fluidic element and flow sensor having different flow rate ranges are provided in one passage between the fluid inlet and outlet, a flowmeter having a wide measuring range can be provided. The flow sensor 51 is intermittently driven with random intervals to eliminate the error due to the pulsation components at low flow rate ranges.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

This Page Blank (uspto)

(51) Int. Cl. 6
G 01 F 1/20
1/68

識別記号

F I
G 01 F 1/20
1/68

E

審査請求 未請求 請求項の数4

O L

(全8頁)

(21)出願番号 特願平9-354548

(22)出願日 平成9年(1997)12月24日

(71)出願人 000220262
東京瓦斯株式会社
東京都港区海岸1丁目5番20号(72)発明者 温井 一光
神奈川県藤沢市みその台9-10(72)発明者 加藤 秀男
埼玉県北葛飾郡栗橋町大字河原代959-2
108街区6-2

(74)代理人 弁理士 土井 健二 (外1名)

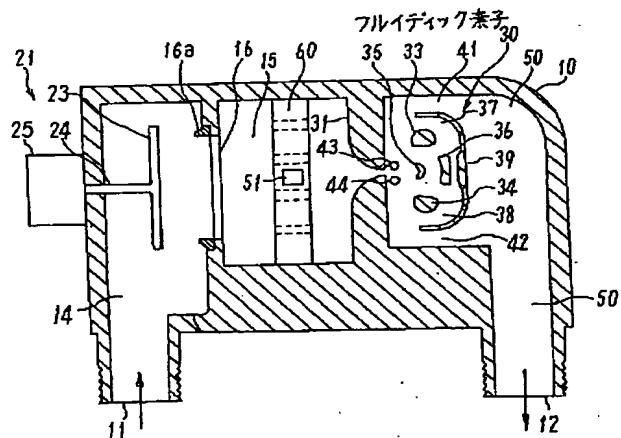
(54)【発明の名称】流量計

(57)【要約】

【課題】測定レンジが広く小型化された流量計とそれを利用したガスマータを提供する。

【解決手段】本発明の流量計は、流体入り口11と流体出口12との間に設けられた流路15、50と、流路50内に設けられ測定レンジが第1の流量領域に設定されたフルイディック素子30と、流路15内であって、フルイディック素子より上流側に設けられた整流部材60と、流路内であって、整流部に設けられ測定レンジが前記第1の流量領域より低い第2の流量領域に設定されたフローセンサ51とを有する。上記発明によれば、流体入り口と出口との間の一つの流路内に流量測定レンジが異なるフルイディック素子利用のセンサと、フローセンサとを設けることで、広い測定レンジを有する流量計を提供することができる。更に、本発明において、フローセンサ51がランダムな間隔で間欠駆動される。これにより、低流量領域での脈動成分による誤差をなくすことができる。

本発明の実施の形態例に係る流量計の一部断面図



【特許請求の範囲】

【請求項 1】流体入り口と流体出口との間に設けられた流路と、前記流路内に設けられ、測定レンジが第1の流量領域に設定されたフルイディック素子と、前記流路内であって、前記フルイディック素子より上流側に設けられた整流部材と、前記流路内であって、前記整流部に設けられ、測定レンジが前記第1の流量領域より低い第2の流量領域に設定されたフローセンサとを有することを特徴とする流量計。

【請求項 2】請求項 1において、前記整流部材は、整流格子を有し、該整流格子により形成される格子流路内にフローセンサが取り付けられることを特徴とする流量計。

【請求項 3】請求項 1において、前記フローセンサがランダムな間隔で間欠駆動されることを特徴とする流量計。

【請求項 4】請求項 1～3の流量計を使用し、前記フルイディック素子により検出された流量値の積算値または前記フローセンサにより検出された流量値の積算値を検出することを特徴とするガスマータ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、フルイディック素子を利用したフルイディック発振検出センサと熱線式や超音波式フローセンサとを利用した流量計の新規な構成に関する。

【0002】

【従来の技術】マイクロコンピュータを搭載したガスマータが広く普及している。従来のガスマータは、使用されるガス流量を測定するために、ガス使用量を計測するために膜式の計量装置が使用されている。この膜式の計量装置は、ガスの使用に伴って往復する計量膜の往復回数をリードスイッチ等で検出し、その検出した往復回数と一回の往復運動に必要なガス量（体積）から、合計のガス量を検出する。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記した従来の膜式のガスマータは、実際に流れるガスの体積を検出するので、ガスマータが大型化してしまう。更に、ガスの使用量に応じて最適の大きさの膜式計量部を設ける必要があり、使用者のガス使用量に応じて複数種類のガスマータを用意する必要がある。

【0004】そこで、上記の膜式のガスマータに代えて、フルイディック素子を利用したフルイディック発振検出センサを備えたガスマータが提案されている。例えば、本願出願人が別途出願した特願平9-337109号に記載される。

【0005】かかるガスマータは、比較的小さい流量か

ら大きな流量までの広い測定レンジを有するフルイディック素子を利用した発振検出センサを使用して、ガスの使用量が異なる顧客に対して共通に利用できるガスマータである。そして、膜式に比べて小型化を図ることができる。

【0006】しかしながら、かかるガスマータでは、流量がゼロに近い非常に小さい流量の領域では、フルイディック素子を利用した発振検出センサでは計測が不能になるので、そのセンサとは別に、熱線式のフローセンサ或いは超音波式のフローセンサ等が併設されている。

【0007】そして、かかるフローセンサでは、流量がゼロに近い領域で顕著に検出される外乱によるガス圧力の変動による脈動が検出されてしまう。このガス圧力の変動は、ガス配管の上流側で大量にガスを消費するガス燃焼器等の運転が原因で発生する。上記の先願に記載されたガスマータでは、かかる外乱によるガスの脈流による測定誤差をなくす為に、フロート式の圧力変動吸収機構を設けている。その為、ガスマータ全体の形状は、膜式よりも小さいが、依然として大型である。

【0008】そこで、本発明の目的は、上記従来の課題を解決して、小型で且つ流量の測定レンジが広い簡単な構成のガスマータ等に使用される流量計を提供することにある。

【0009】更に、本発明の別の目的は、流量計の上流で発生する外乱の影響を除去できる簡単な構成のガスマータ等に使用される流量計を提供することにある。

【0010】

【課題を解決するための手段】上記の目的を達成する為に、本発明の流量計は、流体入り口と流体出口との間に設けられた流路と、前記流路内に設けられ、測定レンジが第1の流量領域に設定されたフルイディック素子と、前記流路内であって、前記フルイディック素子より上流側に設けられた整流部材と、前記流路内であって、前記整流部に設けられ、測定レンジが前記第1の流量領域より低い第2の流量領域に設定されたフローセンサとを有することを特徴とする。

【0011】上記発明によれば、流体入り口と出口との間の一つの流路内に流量測定レンジが異なるフルイディック素子利用の発振検出センサと、フローセンサとを設けることで、広い測定レンジを有する流量計を提供することができる。

【0012】更に、上記の発明において、前記整流部材は、整流格子を有し、該整流格子により形成される格子流路内にフローセンサが取り付けられていることを特徴とする。

【0013】フローセンサを整流格子の位置に設けることで、フローセンサとフルイディック素子とのそれぞれのガス流を、それぞれに最適の状態にすることができる。従って、それぞれのセンサを互いの影響を考慮することなく設計することができる。

【0014】更に、上記の発明において、前記フローセンサがランダムな間隔で間欠駆動されることを特徴とする。

【0015】かかる構成にすることで、フローセンサの駆動電力を削減することができると共に、外乱により発生する低流量での脈動成分による誤差を取り除くことができる。

【0016】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態を図面に従って説明する。しかしながら、本発明の技術的範囲はその実施の形態に限定されるものではない。

【0017】図1は、上記した特願平9-337109号にて提案されたフルイディック素子を利用した流量センサと熱線式のフローセンサとを併用したガスマーティに利用される流量計の一部断面構成を示す図である。図1に示された流量計は、例えばガスマーティとして使用されるものであり、流体（ガス）を受け入れる入口部11とガスを排出する出口部12とを有する本体10を備えている。本体10内には隔壁13が設けられ、入口部11から隔壁13にかけて流路14が設けられている。本体10内には、フルイディック発振を生成するフルイディック素子30が設けられ、フルイディック素子30から出口部12にかけて流路50が設けられている。隔壁13とフルイディック素子30の間には、フルイディック用流路15とセンサ用流路17とが並行するように設けられている。フルイディック用流路15は、センサ用流路17よりも断面積が大きくなっている。隔壁13には、フルイディック用流路15に連通する開口部16と、センサ用流路17に連通する開口部18とが設けられている。開口部16には弁座16aが設けられ、開口部18には弁座18aが設けられている。

【0018】センサ用流路17は、開口部18から下方に延びる流路17aと、この流路17aの末端から水平方向に延びる流路17bと、隔壁219によって流路17aと隔壁219によって流路17cによって構成されている。センサ用流路17のうちの流量計測用流路17cには、図示しないが、その流路中に蒲鉾形状のノズル部が設けられると共に、このノズル部を通過したガスが、フルイディック用流路15を通過するガスと略同様の向きでフルイディック素子30に向かうようにガスの流れを整える整流部材とが設けられている。流量計測用流路17cの図示しないノズル部内には、ノズル部を通過するガスの流速を検出するためのフローセンサ51が設けられている。流量計測用流路17cの上流側であって流路17bの下流側には、このセンサ用流路17中の圧力変動を吸収するための圧力変動吸収機構を含む圧力変動吸収部70が設けられている。

【0019】この流量計は、更に、フルイディック用流路15を開閉するフルイディック用遮断弁21と、センサ用流路17を開閉するセンサ用遮断弁22とを備え、

開状態から閉状態への動作および閉状態から開状態への動作を電気的に行うことができるようになっている。フルイディック用遮断弁21は、開口部16を開閉する弁体23と、一端が弁体23に接続されたロッド24と、本体10の外側に固定され、ロッド24の他端に接続されたアクチュエータ25とを有している。アクチュエータ25はロッド24を介して弁体23を駆動して開口部16を開閉するようになっている。同様に、センサ用遮断弁22は、開口部18を開閉する弁体26と、一端が弁体26に接続されたロッド27と、本体10の外側に固定されロッド27の他端に接続されたアクチュエータ28とを有し、アクチュエータ28はロッド27を介して弁体26を駆動して開口部18を開閉するようになっている。

【0020】フルイディック素子30は、ノズル31と、このノズル31の下流側に設けられ、拡大された流路を形成する一対の側壁33, 34を有している。この側壁33, 34の間には、所定の間隔を開けて、上流側にターゲット35、下流側にターゲット36がそれぞれ配設されている。側壁33, 34の外側には、ノズル31を通過したガスを各側壁33, 34の外周部に沿ってノズル31の噴出口側へ帰還させる一対のフィードバック流路37, 38を形成するリターンガイド39が配設されている。フィードバック流路37, 38の各出口部分と流路50との間には、リターンガイド39の背面と本体10とによって、一対の排出路41, 42が形成されている。ノズル31の噴出口の近傍には導圧孔43, 44が設けられ、本体10の外側には、図示しない導圧路を介して導圧孔43, 44に連通し、導圧孔43と導圧孔44における差圧を検出するフルイディック発振検出センサ（例えば圧電膜センサ）が設けられている。

【0021】フルイディック用流路15あるいはセンサ用流路17を通過したガスはフルイディック素子30に達する。ここで、ノズル31を通過したガスは、噴流となって噴出口より噴出される。噴出口より噴出されたガスは、コアンド効果により一方の側壁に沿って流れる。ここでは、まず側壁33に沿って流れるものとする。側壁33に沿って流れたガスは、更にフィードバック流路37を経て、ノズル31の噴出口側へ帰還され、排出路41を経て流路50に排出される。このとき、ノズル31より噴出されたガスは、フィードバック流路37を流れてきたガスによって方向が変えられ、今度は他方の側壁34に沿って流れるようになる。このガスは、更にフィードバック流路38を経て、ノズル31の噴出口側へ帰還され、排出路42を経て流路50に排出される。すると、ノズル31より噴出されたガスは、今度は、フィードバック流路38を流れてきたガスによって方向が変えられ、再び側壁33、フィードバック流路37に沿って流れるようになる。以上の動作を繰り返すことにより、ノズル31を通過したガスは一対のフィードバック

流路37, 38を交互に流れるフルイディック発振を行う。このフルイディック発振の周波数、周期は流量と対応関係がある。フルイディック発振は図示しない上記圧電膜センサによって検出される。

【0022】フローセンサ51は、図示はしないが、発熱部とこの発熱部の上流側および下流側に配設された2つの温度センサを有し、2つの温度センサによって検出される温度の差を一定に保つために必要な発熱部に対する供給電力から流速に対応する流量を求めたり、一定電流または一定電力で発熱部を加熱し、2つの温度センサによって検出される温度の差から流量を求めることができるようになっている。

【0023】図1に示された流量計は、フルイディック素子を利用したセンサとフローセンサとを併用する。フルイディック素子を利用したセンサは、比較的大きな流量に対して広い測定レンジを有する。しかしながら、フルイディック素子を利用したセンサの欠点は、流速が低くなる低流量領域では、発振動作が起きない点にある。従って、低流量を検出する為に、低流量領域に適応する用に設計された熱線式のフローセンサ51が設けられる。

【0024】但し、流量計の上流において発生する上流でのガス圧力の変動が発生すると、フローセンサ51はそのガス圧力により発生するガス流の脈動に反応して、一定の周期の脈動を検出する。かかる外乱による脈動の影響を受けない様に、フローセンサ51に対して、専用の遮断弁22、流路17及び圧力変動吸収部70を設けている。即ち、外乱による上流側のガス圧力の脈流がフローセンサ51まで伝わらない様にしている。

【0025】従って、通常はフローセンサ用の遮断弁22を開いた状態にし、高い流量の領域ではフルイディック用遮断弁21を開いて、フルイディック素子30を利用したセンサによりその流量を検出する。この場合、両方の遮断弁21, 22が開いているが、フローセンサ用の流路17の方の圧力損失が大きいので、フローセンサ用流路17にはガスの流れは発生しない。しかも、高い流量領域では、ガスマータの上流側での外乱の影響は無視することができる。

【0026】そして、比較的低い流量領域になると、フルイディック用遮断弁21を閉じて、ガス流をフローセンサ用の流路からフローセンサ51及びフルイディック素子30へ流す。この状態で、ある程度の流量まではフルイディック素子で正常なフルイディック発振が発生して、正常な流量を検出できる。しかし、低流量になると上記のフルイディック発振に誤差が発生する。この誤差の発生は、フローセンサ51からの出力と比較することで検出できる。

【0027】そして、低流量領域においては、もっぱらフローセンサ51からのセンサ出力が使用される。フローセンサ51の流路17には、圧力変動吸収部70がも

うけられているので、外乱によるガス流の脈流はフローセンサ51には伝わらない。

【0028】上記脈流によるフローセンサの検出出力の誤差は、特に、電池の消費電力節約の為に間欠的にフローセンサを駆動してフローセンサ出力を取得する場合に、更に大きな問題となる。即ち、間欠運転を一定の周期で行うと、その駆動タイミングの周期と外乱による脈流の周期とが同期する場合、例えば脈流による正の方向の流量が常に検出され、積算されることになる。或いは、脈流による負の方向の流量が常に検出され、積算されることになる。その結果、積算により検出される流量値には大きな誤差が含まれることになる。

【0029】本発明の流量計では、上記の外乱による脈流で生成される誤差の問題を、図1の如く圧力変動機構等の機械的な構成により解決するのではなく、間欠運転とその検出されたセンサ出力信号の信号処理を工夫することにより解決する。その結果、上記した様な、フローセンサ専用の流路、遮断弁、及び圧力変動吸収部をなくすことができ、コンパクトな流量計を提供することができる。

【0030】図2は、本発明にかかる実施の形態例の流量計の一部断面図である。図1に対応する部分には同じ引用番号を付した。本実施の形態例では、低流量領域の測定を行うフローセンサ51が、流路15内に設けられた整流部材60内に設けられる。そして、図1の如きフローセンサ用の遮断弁や流路は設けられない。

【0031】即ち、入口部11から流れ込むガス流は、通常開いた状態にある遮断弁21の開口部16を通過し、流路15、整流部材60及びノズル31の噴出口を通過して、フルイディック素子30に達する。フルイディック素子30での流体の振るまいは、図1の場合と同じであり、一定の流量以上であれば、周期的なフルイディック振動が発生し、その周波数から流量が検出される。そして、ガス流は、流路50を通過して、出口部12から排出される。ガスの流量に異常が認められる場合等に、遮断弁21が駆動され開口部16が遮断される。

【0032】図3は、整流部材60の正面図及び側面図である。正面図に示されるとおり、整流部材60は、格子状の枠が設けられた整流格子で構成される。この整流格子は、流路14から開口部16を経て流路15内に進入してきたガス流に対して、その流体の流れを整えて、流れをまっすぐにし流量分布を均一にする作用を持つ。そして、整えられた流体がノズル31方向に流れる。熱線式のフローセンサ51が、整流部材60の内壁に埋め込まれ、その内壁に形成される一つの枠内を流れるガス流の流量が測定される。

【0033】図4は、フローセンサ51とフルイディック素子30を利用した流量計の概略回路構成図である。図4に示されるとおり、ガス流内にフローセンサ51とフルイディック素子30とが設けられる。マイクロコン

ピュータ70は、これらのセンサからの検出出力を処理して、演算して求めた流量値を表示部75に表示する。

【0034】また、電池の消耗を考慮して消費電力を抑える為に、熱式フローセンサ51の駆動を駆動信号S10により間欠的に行う。駆動信号S10は、例えば電源回路71に供給され、そのタイミングでフローセンサ51のブリッジ回路72への電源供給が行われる。このブリッジ回路72は、熱線52への電流供給回路と、上流側と下流側の温度センサ線53, 54を構成要素とするブリッジ回路とを内蔵する。ブリッジ回路72から検出された検出信号は、A/D変換器73でデジタル化されて、デジタル検出信号S12がマイクロコンピュータ70に供給される。一方、フルイディック素子30で検出される周波数も同様に、A/D変換器74を経てデジタル検出信号S22としてマイクロコンピュータに供給される。

【0035】図5は、ガス流の上流側の外乱によりガス流に脈動が加わった時の問題点を示す図である。図5には、流量がゼロの場合に、上流側に接続されたガス消費機器の運転等による脈動が発生した場合のフローセンサ検出出力（瞬時流量出力）と積算流量出力を示す。

【0036】今仮に、フローセンサの駆動が周期Tで間欠的に行われたとする。そして、その周期Tの駆動タイミング（図中黒点）が正弦波の脈動と同期したとする。図5（1）は、脈動の正側で駆動タイミングが同期した場合である。ガスマータ等に利用される流量計では、その瞬時検出出力値を積算することで、一定期間におけるガス使用量等が求められる。図5（1）のように、駆動タイミングが脈動成分の正側で同期すると、その積算値は図示されるとおり、流量ゼロにもかかわらず正側に積算されてしまう。

【0037】一方、図5（2）に示されるとおり、フローセンサの駆動タイミングが脈動の負の値のところで同期したとすると、逆に、その積算値は図示されるとおり、流量ゼロにもかかわらず、負側に積算される。

【0038】図6は、本実施の形態例のフローセンサのランダム駆動を説明する図である。本実施の形態例のフローセンサ51は、駆動タイミングをランダムにすることにより、電池電力消費を抑えつつ外乱により発生する脈動の誤差の問題を解決する。

【0039】図6（1）は、流量ゼロの時について、左側に横軸時間t（s）、縦軸フローセンサの検出流量出力Q（m³/s）での正弦波の脈動を示し、右側に横軸時間t（s）、縦軸積算値V（m³）での積算値を示す。この例では、フローセンサを駆動するタイミングは平均してt₀になる。このように、期間t₀毎にその期間の始まりから駆動タイミング（黒点）までの時間t₁、t₂をランダムな時間とする。その結果、駆動タイミングが脈動成分と同期することが防止される。その結果、図6（1）の右側に示されるとおり、積算値は、統計的には

ゼロになる。

【0040】図6（2）は、（1）と同様の図を示す。この場合は、単純にフローセンサの駆動タイミング（黒点）をランダムな時間間隔t₁～t₄にした例である。この場合も、統計的には積算値Vはゼロになる。

【0041】図6（1）（2）において、積算値を利用しなくとも、所定の期間内においてランダム駆動して検出した複数の検出出力の平均値をとることによっても脈動の誤差を排除することができる。

【0042】上記の通り、本実施の形態例のフローセンサの駆動タイミングをランダムにすることにより、フローセンサが取り付けられた配管の外乱による脈動が発生しても、それによる誤差をその信号処理により統計的に除去することができる。

【0043】そこで、図4に示されたマイクロコンピュータは、フローセンサ51とフルイディック素子30とを利用して広いレンジの流量の検出を可能にする。即ち、流量が非常に高い領域では、フルイディック素子30により発生するフルイディック発振を利用して、その流量値を求める。流量が高い領域では、外乱による脈流の問題はないので、フルイディック素子を利用したセンサ検出値をそのまま使用する。次に、流量が低い領域では、フローセンサ51をランダム駆動させながらその検出値と、フルイディック素子による検出値とを比較する。両者が一致する間は、フルイディック素子の検出値を採用する。そして、流量が比較的低くなると、フルイディック素子の振動が不安定になりその検出値はフローセンサ51の検出値と異なることになる。その場合は、マイクロコンピュータ70は、フローセンサ51による検出領域と判断して、低流量領域を測定レンジとするフローセンサの検出値を採用する。そして、それより低い流量領域では、もっぱらフローセンサによる検出値を利用する。低流量領域では外乱による脈動の問題があるが、図6に示されるとおり、ランダム駆動を行うことにより、その脈動による誤差を除去することができる。

【0044】以上のとおり、本実施の形態例では、高流量領域はフルイディック素子により安定に発生するフルイディック発振を利用して流量検出を行う。また、測定レンジが低流量領域にあるフローセンサを利用して、低流量領域の流量測定を行う。両者の切替は、上記したとおり、両センサからの検出値が異なる時点の上下で行うこととする。その結果、図1に示したとおり、両センサの専用流路、専用遮断弁等を設ける必要がない。更に、圧力変動吸収機構も設ける必要がない。従って、流量計自体を小型化できる。その結果、その流量計を利用するガスマータも小型化することができる。

【0045】更に、本実施の形態例では、フローセンサ51を、フルイディック素子30のノズル31による噴出口よりも十分手前の整流部材60の位置に配置している。このように配置することで、フローセンサ51は整

流格子により整えられた流れに対する流量検出を行い、フローセンサを噴出口付近に設けることによりフルイディック素子30への影響をなくすことができる。従って、フローセンサ51とフルイディック素子30にはそれぞれの流体の流れを生成することができるので、それぞのセンサの設計の自由度を高くすることができる。

【0046】尚、上記の実施の形態例では、フローセンサを熱式フローセンサで説明したが、超音波式のフローセンサであってもよい。

【0047】

【発明の効果】以上説明した通り、本発明によれば、ガス入り口と出口間の一つの流路内に低流量領域の測定に利用されるフローセンサを、フルイディック素子への流路内に設ける。そして、フローセンサをフルイディック素子の上流にある整流部材内に設ける。従って、両センサを最適設計して小型化された流量計を提供することができる。更に、フローセンサをランダム駆動することにより低流量領域での脈動による誤差の問題を解決することができる。従って、フローセンサ用の流路と圧力変動吸収機構をなくすことができ、流量計を小型することができる。その結果、その流量計を利用したガスマータも小型化することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】フルイディック素子を利用した流量センサと熱線式のフローセンサとを併用したガスマータに利用される流量計の一部断面構成を示す図である。

【図2】本発明にかかる実施の形態例の流量計の一部断面図である。

【図3】整流部材60の正面図及び側面図である。

【図4】流量計の概略回路構成図である。

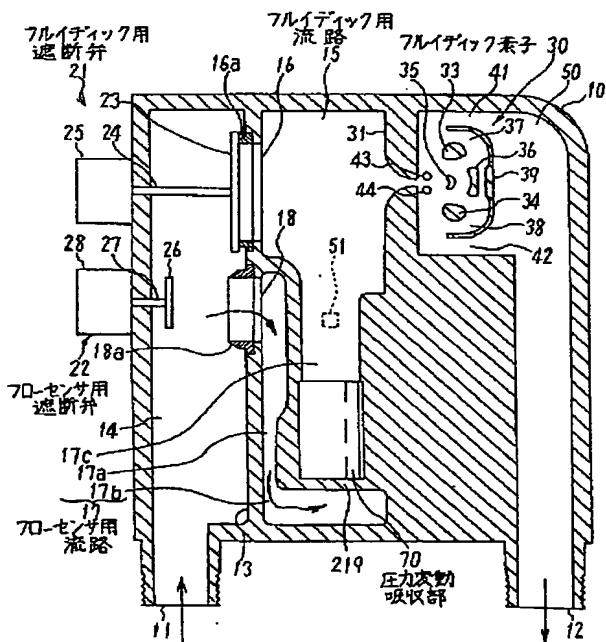
【図5】ガス流の上流側の外乱によりガス流に脈動が加わった時の問題点を示す図である。

【図6】本実施の形態例のフローセンサのランダム駆動を説明する図である。

【符号の説明】

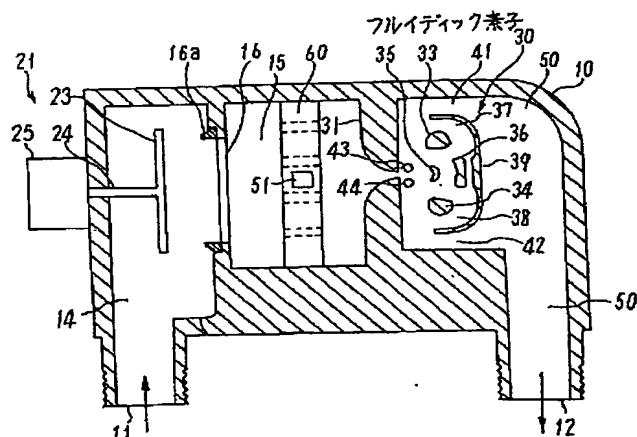
1 1	ガス流入口
1 2	ガス出口
1 4, 1 5, 5 0	流路
3 0	フルイディック素子
5 1	フローセンサ
6 0	整流部材
2 0 7 0	マイクロコンピュータ
S 1 0	フローセンサ駆動信号

【図1】



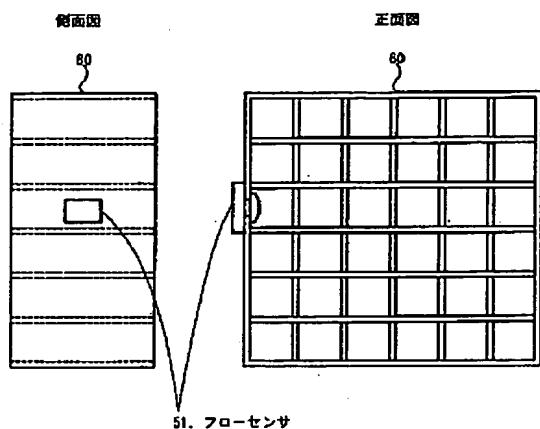
【図2】

本発明の実施の形態例に係る流量計の一部断面図

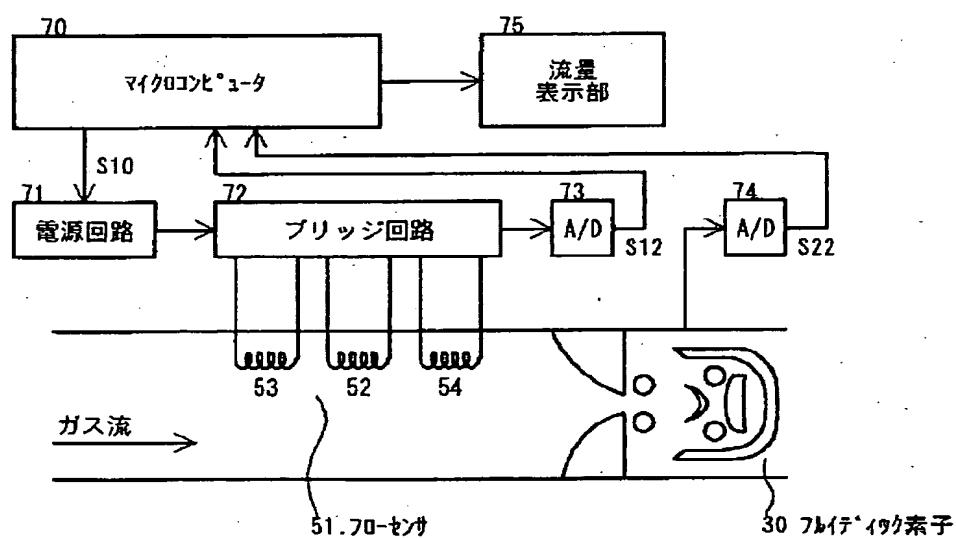


【図3】

図2の整流部材の詳細図

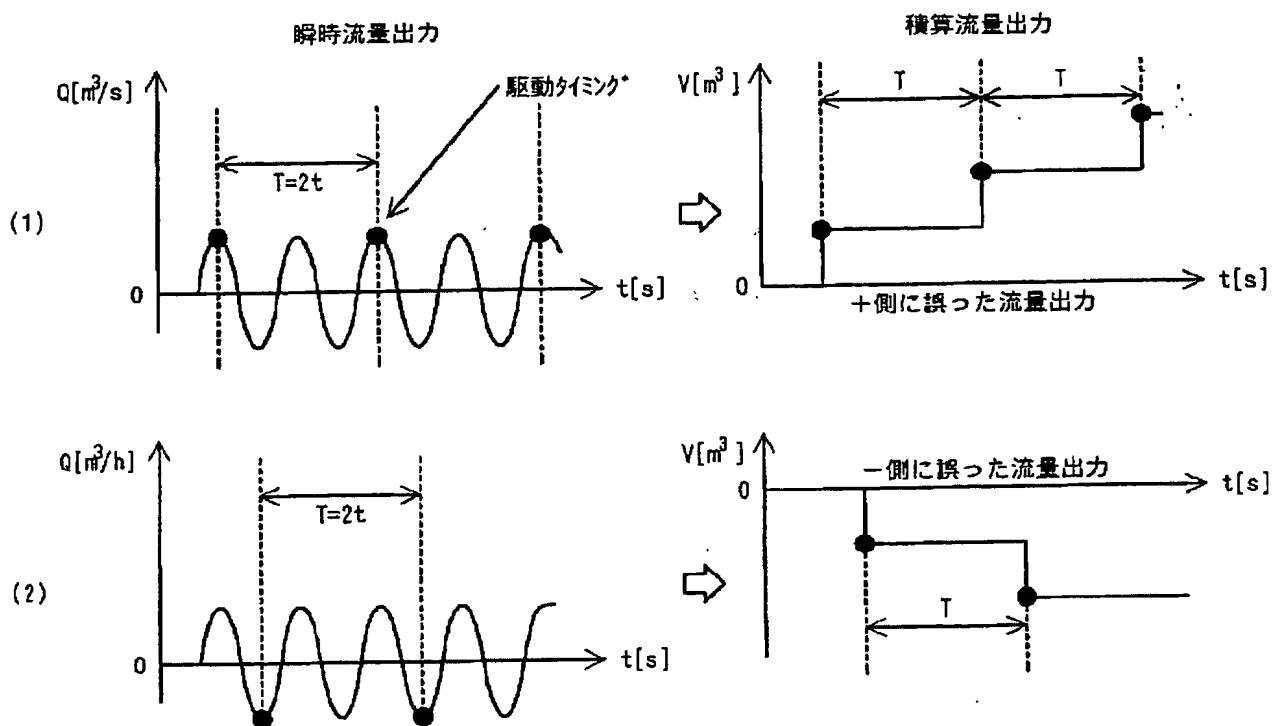


【図4】



【図5】

脈動の問題を示す図



【図6】

